

# METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING GRAPHIC DATA

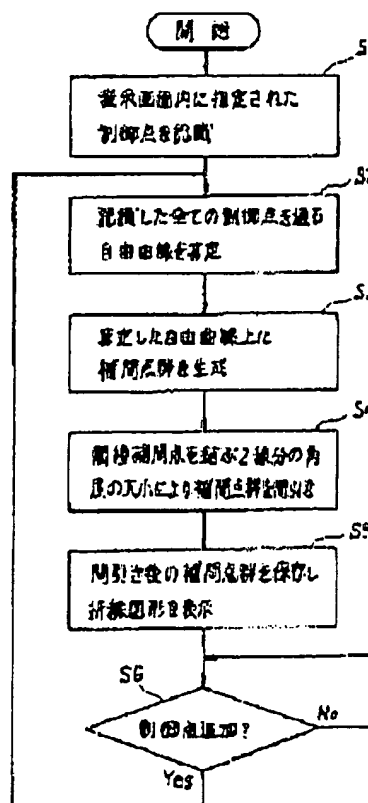
**Patent number:** JP6162159  
**Publication date:** 1994-06-10  
**Inventor:** MINAMI MASARU; others: 02  
**Applicant:** NIPPON STEEL CORP  
**Classification:**  
 - International: G06F15/62; G06F15/60  
 - european:  
**Application number:** JP19920178974 19920612  
**Priority number(s):**

Report a data error here

## Abstract of JP6162159

**PURPOSE:** To enable highly precise input which is affected by neither the complicatedness of a curve nor the concentrating power of a user and to compress data.

**CONSTITUTION:** The method and device includes a process and means (S1) which recognizes plural control points specified in a coordinate system, a process and means (S2) which calculates the expression of the curve passing plural recognized control points, a process and means (S3) which generates a group of interpolation points on the calculated curve at proper intervals, and a process and means (S4) which detects the angle between two segments connecting an aimed interpolation point in the generated interpolation group and the adjacent interpolation points before and behind it and repeatedly erasing the aimed interpolation point when the detected angle is less than a specific threshold value ( $\theta$ ) while paying attention to a group of other remaining interpolation points.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-162159

(43)公開日 平成6年(1994)6月10日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/62	3 2 0 K	9365-5L		
15/60	3 1 0	7922-5L		

審査請求 未請求 請求項の数8(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-178974

(22)出願日 平成4年(1992)6月12日

(71)出願人 000006855

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 南 賢

東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新  
日本製鐵株式会社内

(72)発明者 下村 修

東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新  
日本製鐵株式会社内

(72)発明者 安川 聖一

東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新  
日本製鐵株式会社内

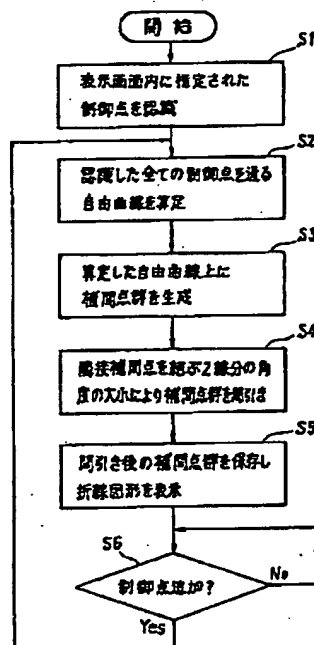
(74)代理人 弁理士 櫻井 俊彦

(54)【発明の名称】 図形データの処理方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 図形データの処理方法及び装置において、曲線の複雑さや作業者の集中力などに影響されない高精度の入力と、データ量の圧縮とを実現する。

【構成】 座標系内で指定された複数の制御点を認識する処理/手段(S1)と、この認識した複数の制御点を通る曲線の式を算定する処理/手段(S2)と、この算定した曲線上に適宜な間隔で補間点群を生成する処理/手段(S3)と、この生成した補間点群内の着目する補間点とその前後に隣接する各補間点のそれぞれとを連結する2本の線分の角度を検出しこれが所定の閾値( $\theta$ )以下であればこの着目する補間点を消去することを残存する他の補間点群に着目しながら反復することにより補間点群を間引く処理/手段(S4)とを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 a. 座標系内で指定された複数個の制御点を認識し、

b. この認識した複数個の制御点を通る曲線の式を算定し、

c. この算定した曲線上に適宜な間隔で補間点群を生成し、

d. この生成した補間点群内の着目する補間点とその前後に隣接する各補間点のそれぞれとを連結する2本の線分のなす角度を検出しこれが所定の閾値以下であればこの着目する補間点を消去することを残存する他の補間点群に着目して反復することにより補間点群を間引くことを特徴とする図形データの処理方法。

【請求項2】 請求項1において、前記曲線の算定、補間点群の生成及び間引きは、新たな制御点を認識するたびに認識済みの全ての制御点を対象に反復されることを特徴とする図形データの処理方法。

【請求項3】 請求項1において、前記曲線の算定、補間点群の生成及び間引きは、新たな制御点を認識するたびに認識済みの最新の所定個数の制御点のみを対象に反復されることを特徴とする図形データの処理方法。

【請求項4】 a. 座標系内に指定された複数個の制御点を認識する制御点認識手段と、

b. この認識した複数個の制御点を通る曲線の式を算定する曲線算定手段と、

c. この算定した曲線上に適宜な間隔で補間点群を生成する補間点群生成手段と、

d. この生成した補間点群内の着目する補間点とその前後に隣接する各補間点のそれぞれとを連結する2本の線分のなす角度を検出しこれが所定の閾値以下であればこの着目する補間点を消去することを残存する他の補間点群に着目して反復する補間点群の間引き手段とを備えたことを特徴とする図形データの処理装置。

【請求項5】 a. 座標系内に指定された複数個の制御点を認識する制御点認識手段と、

b. この認識した制御点を通る曲線の式を算定する曲線算定手段と、

c. この算定した曲線上に適宜な間隔で補間点群を生成する補間点群生成手段と、

d. この生成した補間点群内の着目する補間点とその前後に隣接する各補間点のそれぞれとを連結する2本の線分のなす角度を検出しこれが所定の閾値以下であればこの着目する補間点を消去することを残存する補間点群に着目して反復する補間点群の間引き手段と

e. この間引き処理後の補間点群を線で連結した折線の図形を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする図形データの処理装置。

【請求項6】 請求項5において、

前記制御点の指定は、前記折線の図形が表示される表示

画面上で行われることを特徴とする図形データの処理装置。

【請求項7】 請求項6において、

前記制御点の指定は、前記折線の図形が表示される表示画面上に予め表示される曲線上で行われることを特徴とする図形データの処理装置。

【請求項8】 請求項6において、

前記2本の線分のなす角度に関する所定の閾値は、前記表示画面上で指定可能であることを特徴とする図形データの処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、CADシステムなどに利用される図形データの処理方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】CADシステムでは、曲線を含む機械図面や地図などの既存の図面を効率良くCADデータに変換するための図形データ変換装置が用いられる場合がある。この種の図形データ変換装置では、図面中の曲線をディジタイザやタブレットなどのポインティングデバイスでなぞることにより、その曲線上に離散的に配列される点群の二次元座標値が取込まれ、この点群を直線で連結した折線によってその曲線が近似される。

【0003】この種の図形データ変換装置では、曲線上で指定する点群の間隔を決めるほど折線による近似精度は向上するが、取込みデータの増加に伴ってデータ保存用のメモリ容量がかさむと共に、データ取込み時や描画時の処理時間がかさむという2律背反性がある。このため、所望の近似精度を保ちながら取込みデータ量を圧縮するための合理的な間引き手法が望まれている。

【0004】特開昭58-178487号公報に開示された「手書き図形描画装置」によれば、曲線上のペン位置を一定周期で離散的に取込みながらこれら離散的な取込みデータの中間点の位置座標値を更に細かい一定周期で補間してゆく方法が開示されている。また、特開平3-156631号公報に開示された「ディジタイザ入力装置におけるディジタイザ間隔均一化処理方法」によれば、作業者が指定した間隔によって取込み済みデータを間引く手法が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記各公開特許公報に開示された方法では、ペンなどによって曲線上をなぞる作業が必要になるため、曲線の複雑さや作業者の集中力などのバラツキにより、折線による近似精度がバラツクという問題がある。従って、本発明の一つの目的は、曲線の複雑さや作業者の集中力に影響されことなく高精度の折線近似を実現できる図形データの処理方法及び装置を提供することにある。

【0006】また、特開昭58-178487号公報に

開示された方法によれば、間引きの間隔を時間で定めているため、曲線が単純であるか複雑かであるかというよりも曲線上をなぞる速度によって取込みデータ量が決定されてしまう。この結果、この従来方法では、ペン速度が早すぎると必要な近似精度が確保できなくなったり、逆にペン速度が遅すぎると無駄なデータが発生するなどの問題がある。従って、本発明の他の目的は、高い近似精度を保ちながらデータ量の圧縮が可能な合理的な図形データの処理方法及び装置を提供することにある。

【0007】さらに、特開平3-156631号公報に開示された方法によれば、曲線の湾曲度合などに応じて間引きの間隔を作業者が指定する構成であるから、この間引き間隔を逐一指定する作業が煩雑になり作業能率が低下するという問題がある。従って、本発明の更に他の目的は、間引き間隔の設定を曲線の湾曲度合に応じて適応的に行うことにより合理的なデータ圧縮を実現できる図形データの処理方法及び装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる図形データの処理方法及び装置は、

- a. 座標系内で指定された複数個の制御点を認識する処理（手段）と、
  - b. この認識した複数個の制御点を通る曲線の式を算定する処理（手段）と、
  - c. この算定した曲線上に適宜な間隔で補間点群を生成する処理（手段）と、
  - d. この生成した補間点群内の着目する補間点とその前後に隣接する各補間点のそれぞれとを連結する2本の線分のなす角度を検出しこれが所定の閾値以下であればこの着目する補間点を消去することを残存する他の補間点群に着目して反復することにより補間点群を間引く処理（手段）と
- を備えている。

【0009】

【作用】まず、機械図面や地図などが描かれた二次元座標系内の着目する曲線上に存在する点などとして、ディジタイザ、タブレット、ライトペン、マウスなどの適宜なポインティングデバイスによって複数個の制御点が指定される。次に、指定された複数個の制御点を通る3次多項式などの曲線が、スプライン補間などのアルゴリズムに基づいて算定される。続いて、算定済みの曲線上に適宜な間隔で補間点群が設定される。最後に、設定済みの補間点群内の着目する補間点を挟んで隣接する2線分のなす角度が検出され、これが所定の閾値以下であればこれを1本の線分で近似することによりこの着目補間点の間引きが行われ、残存する全ての補間点群について同様の間引き処理が繰り返される。

【0010】

【実施例】図2は、本発明の一実施例に係わる図形データの処理方法を適用する図面処理システムの構成を示す

ブロック図であり、10はイメージスキャナ、20はワークステーション、21はワークステーション本体部、22はCRTなどのディスプレイ装置、23はキーボード、24はマウス、25はプリンタである。

【0011】原稿上に描かれた設計図や地図などの図形データがイメージスキャナ10によって読取られ、ディジタルデータに変換されてワークステーション本体部21内のデータメモリに格納される。データメモリに格納された図形データの全部あるいは一部が、ユーザがキーボード23から発する指示に従ってディスプレイ装置22に表示される。ユーザは、ディスプレイ装置22の表示中の曲線を折線データに変換する場合、キーボード23から指令を発することによりワークステーション本体部21の処理を本実施例の図形データの処理モードに移行させる。この後、ユーザは、図3に例示するように、ディスプレイ装置22に表示中の曲線上の偏曲点などの適宜な複数の箇所を制御点 $P_0, P_1, P_2, P_3, \dots$ として指定する。

【0012】本実施例の図形データ処理モードに移行したワークステーション本体部21は、図1のフローチャートに示す内容の処理を開始する。まず、ワークステーション本体部21は、ユーザによって表示画面上で指定された制御点 $P_0, P_1, P_2, \dots$ を順次認識しながら保存してゆき（ステップS1）、認識済みの制御点が3個以上になると、これら全ての制御点を通る適宜な自由曲線を算定する（ステップS2）。次に、ワークステーション本体部21は、算定した自由曲線上に適宜な間隔で補間点群を設定する（ステップS3）。

【0013】次に、ワークステーション本体部21は、補間点どうしを連結する線分の角度を検査し、この角度と所定の閾値との大小関係に応じて補間点を間引いたり残したりする補間点群の間引き処理を行う（ステップS4）。すなわち、ワークステーション本体部21は、図4に例示するように、算定済みの自由曲線上に生成した補間点群の一つ、例えば補間点 $P_i$ に着目し、この着目補間点 $P_i$ と、その前後に隣接する補間点 $P_{i-1}, P_{i+1}$ とを連結する2本の線分の角度 $\alpha$ が所定の閾値 $\theta$ 以下であるか否かを検査し、これが $\theta$ 以下であればこの着目する補間点 $P_i$ を消去する。

【0014】次に、ワークステーション本体部21は、新たな着目点を補間点 $P_{i+1}$ に移し、この着目補間点 $P_{i+1}$ とその前後に隣接する各補間点 $P_{i-1}, P_{i+2}$ とを連結する2本の線分の角度 $\beta$ が閾値 $\theta$ 以下であるか否かを検査し、これが $\theta$ 以下であれば、この着目補間点 $P_{i+1}$ を消去する。上述の例において、角度 $\alpha$ や $\beta$ が所定の閾値 $\theta$ を越えていれば、着目補間点 $P_i$ や $P_{i+1}$ の間引きは行われず、そのまま保存される。以下、同様に、残存する全ての補間点群に対して上述の間引き処理が反復される。

【0015】ワークステーション本体部21は、上記補

間点群の間引き処理を全て終了すると、残存する補間点群を内蔵のデータメモリに保存し、残存補間点群を線分で連結した折線の図形をディスプレイ装置22に表示する。この後、新たな制御点が追加されるたびに、ステップS2からステップS5までの処理が反復される。すなわち、最初に認識された制御点を含む全ての制御点を対象として新たな自由曲線の算定、この曲線上への新たな\*

\*補間点群の生成及びこの生成済み補間点群の間引き処理が反復される。

【0016】図1のステップ2で算定する自由曲線の一例として、3次多項式によるスプライン曲線が好適である。この3次多項式によるスプライン曲線は、次式のように、媒介変数 $t$ をパラメータとして表される。

$$F(t) = a + b t + c t^2 + d t^3, \quad 0 \leq t \leq T \quad \dots (1)$$

(1)式において、係数 $a, b, c, d$ はベクトルである。※れば、各係数は次式のような2次元ベクトルとなる。本実施例の場合のように、曲線が平面内の曲線である※10

$$\begin{aligned} a &= (a_x, b_y), \quad b = (b_x, b_y) \\ c &= (c_x, c_y), \quad d = (d_x, d_y) \end{aligned} \quad \dots (2)$$

【0017】制御点を通る自由曲線を $y = f(x)$ の形式ではなく、媒介変数 $t$ を用いて(1)式のように表現することにより、図5に例示するように、任意の $x$ 値に対して複数の $y$ 値を持つ極度に褶曲した曲線や、図6に例示するように、自身との交差点も有する複雑な曲線の取扱いが可能となる。

★【0018】本実施例によれば、連続する2個の制御点間に1個のスプライン曲線が算定され、各スプライン曲線どうしは2次の導関数まで一致するように滑らかに接続される。すなわち、図3の例では、制御点 $P_i$ と $P_{i+1}$ 間で、スプライン曲線

$$F_i(t) = a_i + b_i t + c_i t^2 + d_i t^3 \quad \dots (3)$$

が算定され、制御点 $P_i$ と $P_{i+1}$ 間で、スプライン曲線

$$F_{i+1}(t) = a_{i+1} + b_{i+1} t + c_{i+1} t^2 + d_{i+1} t^3 \quad \dots (4)$$

が算定される。一般的には、制御点 $P_i$ と点 $P_{i+1}$ 間で、スプライン曲線

$$F_i(t) = a_i + b_i t + c_i t^2 + d_i t^3 \quad \dots (5)$$

が算定され、スプライン曲線 $F_i(t)$ と $F_{i+1}(t)$ が制御点 $P_{i+1}$ において2次導関数まで一致するように滑らかに接続される。

◆【0019】(1)式と(2)式より、 $x, y$ 成分についてそれぞれ次式が成立する。

$$F_x(t) = a_x + b_x t + c_x t^2 + d_x t^3 \quad \dots (6)$$

$$F_y(t) = a_y + b_y t + c_y t^2 + d_y t^3 \quad \dots (7)$$

$$0 \leq t \leq T$$

【0020】スプライン曲線 $F_i(t)$ の各係数は、始点 $P_i$ と終点 $P_{i+1}$ における2次導関数 $\phi_{x,i}$ と $\phi_{y,i}$ の座標 $(x_i, y_i)$ 、 $(x_{i+1}, y_{i+1})$ と、

$$\begin{aligned} \phi_{x,i} &= d^2 F_x(0) / dt^2 \\ \phi_{y,i} &= d^2 F_y(0) / dt^2 \\ \phi_{x,i+1} &= d^2 F_x(h) / dt^2 \\ \phi_{y,i+1} &= d^2 F_y(h) / dt^2 \end{aligned} \quad \dots (8)$$

を用いて次のように決定される。

$$\begin{aligned} a_{x,i} &= x_i \\ b_{x,i} &= (x_{i+1} - x_i) / h + (\phi_{x,i+1} + 2\phi_{x,i}) / 6h \\ c_{x,i} &= 3\phi_{x,i} \\ d_{x,i} &= (\phi_{x,i+1} - \phi_{x,i}) / 6h \\ a_{y,i} &= y_i \\ b_{y,i} &= (y_{i+1} - y_i) / h + (\phi_{y,i+1} + 2\phi_{y,i}) / 6h \\ c_{y,i} &= 3\phi_{y,i} \\ d_{y,i} &= (\phi_{y,i+1} - \phi_{y,i}) / 6h \end{aligned} \quad (9)$$

ただし、 $h$ は、図7に示すように、点 $P_i$ から $P_{i+1}$ までの媒介変数 $t$ の変化量、すなわち、 $P_i$ と $P_{i+1}$ を連結する線分の長さである。

【0021】(9)式の係数を(6)式と(7)式に代入し、各式の媒介変数 $t$ を一定の変量 $\Delta t$ ずつ増加させながら、 $F_{x,i}(t)$ 、 $F_{y,i}(t)$ を計算してゆく

ことにより算定済みの自由曲線上に補間点群が設定される。

【0022】媒介変数 $t$ の変量 $\Delta t$ を設定するに当たり、

- ・指定された制御点数 $n$
- ・補間点群を間引く際の角度の閾値 $\theta$

・全制御点を連結する折線の総延長H

$$\Delta t = C / [f(\theta) \cdot f(n) \cdot H]$$

ただし、

C : 定数

f(θ) : 閾値θの関数

f(n) : 制御点数nの関数

である。

【0023】媒介変数の変量Δtの設定にあたり制御点数nを考慮したのは次の二つの理由による。 ※

$$f(n) = n^{1/3}$$

の関係を採用した。

【0024】また、変量Δtの設定にあたり折線の総延長Hを考慮したのは、制御点数nの場合と同様に、制御点数の多さが曲線の寸法の大きさを意味する場合が多く、この場合折線で近似した曲線の一部を拡大しても粗さが目立たないようにするためである。 ★

$$f(\theta) = 1.5 - 0.03\theta, \quad 0 < \theta < 10 \quad \dots (12)$$

とした。すなわち、 $1.2 \leq f(\theta) < 1.5$  であり、Δtに比較的緩やかに依存する。

【0026】なお、必要に応じて、(1)式の係数b, c, dをそれぞれTb, T<sup>2</sup>c, T<sup>3</sup>dに置き換えることにより、媒介変数tの変域0 ≤ t ≤ Tを変域0 ≤ t ≤ 1に正規化することができる。

【0027】図8は、3次の多項式のスプライン曲線を発生させ、間引きのための角度の閾値θ=1.2°を指定した場合の処理結果を示す実験データである。Aは、指定した5個の制御点を連結する折線、Bは各制御点を通るスプライン曲線上に生成した補間点群を連結する折線、Cは間引き後の残存補間点群を連結する折線である。折線B上に生成された補間点群は全部で431個であるが、間引き後の残存補間点群は140個とほぼ1/3に圧縮された。それにもかかわらず、間引き後の折線図形による近似精度は極めて高い。

【0028】図9と図10は、それぞれ図8の折線AとBの部分拡大図である。図8乃至図10から判明するように、直線に近い部分ほど間引き率が高くなっている。

【0029】図10は、ディスプレイ装置上に表示中の曲線をもとに上記実施例に従って作成した折線Aと、曲線の算定、補間点群の生成及び間引きとを行うことなく表示中の曲線上に多めに指定した点群を連結しただけの折線Bとの比較結果である。折線Bでは、点群指定時の手ぶれによる位置のバラツキがそのまま最終結果に反映し、近似精度が相当低下している。

【0030】以上、新たな制御点が指定されるたびに最初に指定された制御点を含む全ての制御点を対象にして新たな自由曲線を算定し直し、この新たな自由曲線上に新たな補間点群を生成し直して間引く処理を反復する構成を例示した。しかしながら、新たな制御点とその直前に指定された適宜個数の制御点のみを対象として自由曲線の算定、補間点群の生成及び間引きをやり直す構成と

※ ※を考慮し、次式のように設定した。

$$\dots (10)$$

※・制御点数の多さは曲線の複雑さを意味する場合が多い。

・制御点数の多さは曲線の寸法の大きさを意味する場合が多く、この場合折線で近似した曲線の一部を拡大しても粗さが目立たないようにする。

好適な一例として、

$$\dots (11)$$

★【0025】更に、Δtの設定にあたり補間点群の間引く際の角度の閾値θを考慮したのは、この閾値θが小さいほど高精度の折線近似が要求されており、これとの整合性を考慮してΔtを小さくするためである。好適な一例として、

してもよい。

【0031】また、自由曲線として3次の多項式のスプライン曲線を生成する場合を例示したが、更に高次の多項式など異なる算法のスプライン曲線を生成してもよい。また、自由曲線として、スプライン曲線以外の適宜なもの、例えばベジェ曲線などを生成してもよい。

【0032】また、自由曲線を算定するための制御点をディスプレイ装置上で指定する構成を例示したが、そのような制御点をディジタル上に固定した図面上で指定してもよく、この場合、対話型の処理ではなく全ての制御点の指定が終了してから自由曲線の算定処理などの後続の処理をバッチ処理によって一括して行う構成としてもよい。

【0033】なお、間引き処理後の残存補間点群を折線図形で表示する構成を例示したが、本発明の方法や装置をパターン認識や、文字と図形の分離処理などの前処理に利用する場合には、最終の処理結果に対して中間の処理結果に該当する折線図形の表示を省略することができる。

【0034】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係わる図形データの処理方法及び装置は、比較的少数の制御点をもとに自由曲線を算定しこの曲線上に補間点群を自動的に生成する構成であるから、曲線を連続的なものとする従来のものとは異なり、曲線の複雑さや作業者の集中力に影響されことなく高精度の折線近似を実現でき、また、作業時間と労力が大幅に低減されるという効果が奏される。

【0035】また、曲線上に一旦生成した補間点群を連結線分の角度の大小を基準として適応制御的に間引く構成であるから、高い精度を保持したままデータ量の大幅な圧縮が可能になる。この結果、データメモリなどのハードウェアの負担が大幅に軽減されると共に、最終的な

処理データの表示やプリントアウト、あるいは上位処理部への転送など付随する各種の処理時間が大幅に短縮されるという効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係わる図形データの処理方法を説明するためのフローチャートである。

【図2】上記実施例の処理方法を適用する図形処理システムの構成の一例を示すブロック図である。

【図3】上記実施例の処理方法の説明を補足するための概念図である。

【図4】上記実施例の処理方法の説明を補足するための概念図である。

【図5】上記実施例の処理方法の説明を補足するための概念図である。

【図6】上記実施例の処理方法の説明を補足するための\*

\*概念図である。

【図7】上記実施例の処理方法の説明を補足するための概念図である。

【図8】上記実施例による実験結果を示す図である。

【図9】上記実施例による実験結果を示す図である。

【図10】上記実施例による実験結果を示す図である。

【図11】上記実施例による実験結果を示す図である。

【符号の説明】

$P_i$  表示画面上で指定された制御点

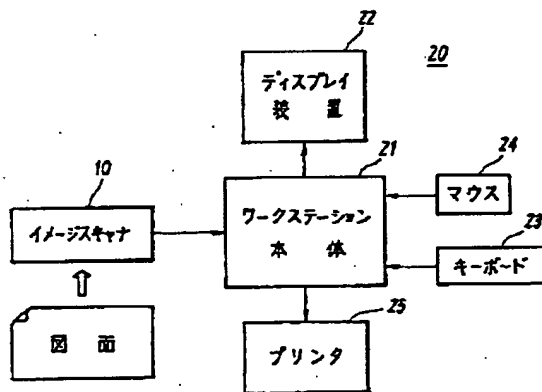
10  $F_i$  指定済みの制御点を通るように算定された自由曲線

$P_i$  算定済みの自由曲線上に生成された補間点

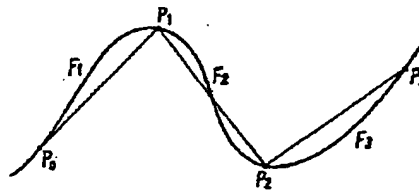
$\alpha, \beta$  着目補間点とその前後の補間点を連結する2本の線分の角度

$\theta$  補間点群の間引きのための角度の閾値

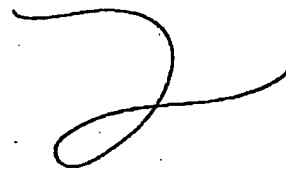
【図2】



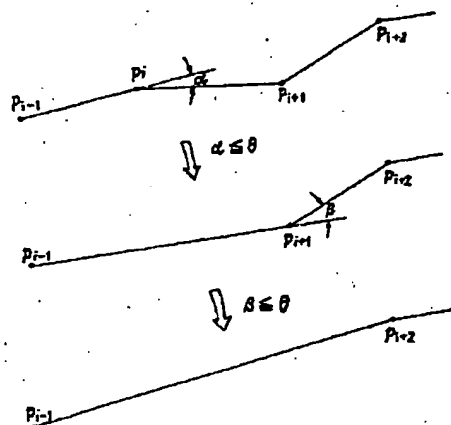
【図3】



【図6】



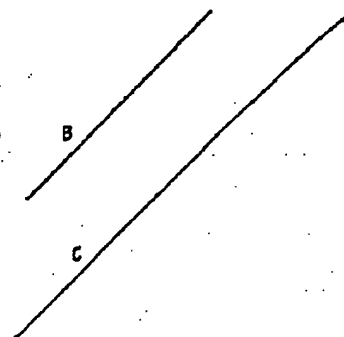
【図4】



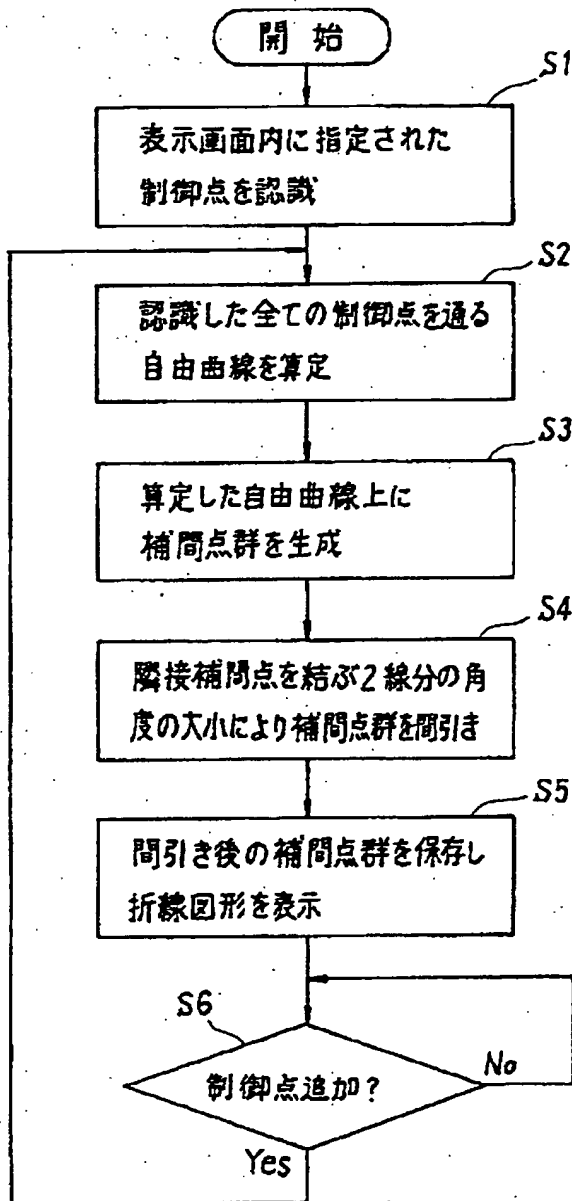
【図5】



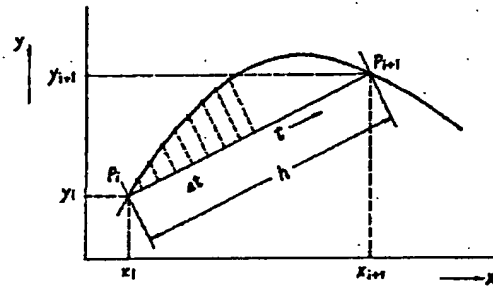
【図9】



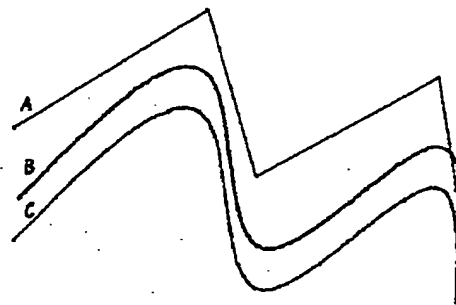
【図1】



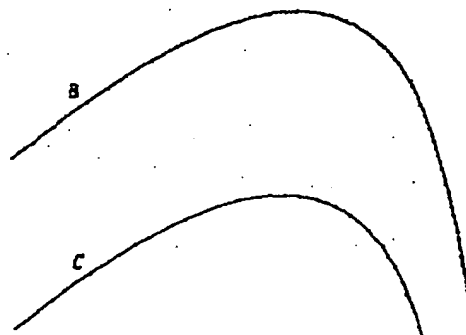
【図7】



【図8】



【図10】

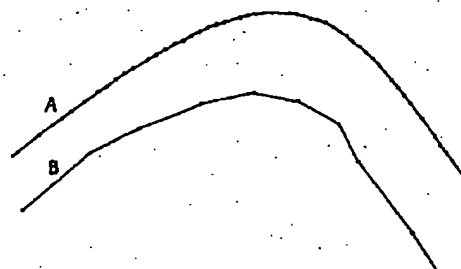




(8)

特開平6-162159

【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**